BTM INTERNATIONAL

TP6920F

SYSTÈME D'ANNONCE AUTOMATIQUE AUX VOYAGEURS

par

N. Laberge, M.Sc.A., ing.
Bureau de transport métropolitain
BTM International Inc.

Library and Information Centre / Centre de Documentation (G S L A)
RECEIVED - REÇU LE
FEB 14 1986
Transport Canada / Transports Canada

Préparé pour

le

Centre de développement
des transports

TRANSPORTS CANADA

CA1
DTC 849
85
S91
c.2

Juillet 1985

TP6920F

SYSTÈME D'ANNONCE AUTOMATIQUE AUX VOYAGEURS

par

N. Laberge, M.Sc.A., ing.
Bureau de transport métropolitain
BTM International Inc.

Juillet 1985

«Le contenu du présent rapport ne reflète que les opinions de l'auteur et ne saurait en aucun cas engager les politiques et positions officielles du Centre de développement des transports.»

ÉQUIPE DE RECHERCHE

L'équipe de recherche se composait de:

MM. Jean-Marc Lagacé, ingénieur coordinateur,
Normand Laberge, ingénieur,
André Normandin, technicien,

sous la responsabilité de M. Jean-Guy Massé, ingénieur.

FORMULE DE DOCUMENTATION POUR RAPPORT

1. N° du rapport Transports Canada	2. N° de l'étude — CDT	3. N° de catalogue du destinataire
TP 6920F		

4. Titre et sous-titre	5. Date du rapport
SYSTEME D'ANNONCE AUTOMATIQUE AUX VOYAGEURS	Juillet 1985
	6. N° du rapport de l'organisme exécutant R-7AL2-605-022

7. Auteur(s)	8. N° de dossier Transports Canada
N. Laberge	D 1465-409

9. Nom et adresse de l'organisme exécutant	10. N° de dossier — ASC
Bureau de transport métropolitain 2580 est, boul. St-Joseph Montréal, Québec H1Y 2A2	T8200-2-2587
	11. N° de contrat — ASC ou Transports Canada OSD83-00147

12. Nom et adresse de l'organisme parrain	13. Genre de rapport et période visée
Centre de développement des transports (CDT) 200 ouest, boul. Dorchester Suite 601, tour ouest Montréal, Québec H2Z 1X4	
	14. Code de l'organisme parrain CDT 4948

15. Remarques additionnelles	16. Agent de projet — CDT
	J.E. Laframboise

17. Résumé

Au cours de la période de février 1984 à avril 1985, des études de conception et de réalisation d'un système d'annonce automatique aux voyageurs ont été entreprises dans le but d'améliorer la qualité du service offert aux usagers du métro. Pour assister les voyageurs embarques (usagers ou handicapés) à mieux se localiser en tunnel, il est prévu d'annoncer le nom de la prochaine station d'arrêt à bord des voitures. L'annonce de la station concernée se fait par l'entremise des haut-parleurs du système d'interphone du train et par des unités d'affichage lumineux logées dans chacune des voitures de ce train.

Le présent rapport fait état de la description et des résultats des essais sur banc d'un système prototype d'annonce spécialement conçu pour répondre à ce besoin.

18. Mots-clés	19. Diffusion
Métro, annonce des stations, annonce automatique, voyageurs handicapés	Nombre limité de copies disponibles au CDT.

20. Classification de sécurité (de ce rapport)	21. Classification de sécurité (de cette page)	22. Nombre de pages	23. Prix
aucune	aucune	x,33	-

CDT TDC 79-005

REPORT DOCUMENTATION FORM

1. Transport Canada Report No.	2. TDC Project No.	3. Recipient's Catalogue No.
TP 6920 F	4948	

4. Title and Subtitle	5. Report Date
SYSTEME D'ANNONCE AUX VOYAGEURS	July 1985
	6. Performing Organization Report No. R-7AL2-605-022

7. Author(s)	8. Transport Canada File No.
N. Laberge	D 1465-409

9. Performing Organization Name and Address	10. DSS File No.
BUREAU DE TRANSPORT METROPOLITAIN 2580 St.-Joseph Blvd. East Montreal, Quebec H1Y 2A2	T 8200-2-2587
	11. DSS or Transport Canada Contract No. OSD83-00147

12. Sponsoring Agency Name and Address	13. Type of Report and Period Covered
Transportation Development Centre (TDC) 200 Dorchester Blvd. West Suite 601, West Tower Montreal, Quebec H2Z 1X4	
	14. Sponsoring Agency Code TDC 4948

15. Supplementary Notes	16. TDC Project Officer
	J.E. Laframboise

17. Abstract

From February 1984 to April 1985, studies were carried out on the design and development of an automatic passenger information system that would improve the quality of information services provided to subway riders. Intented to assist all passengers, including the sight or hearing impaired, the proposed audio-visal system uses the train's public address system and an illuminated display installed in each car to announce the name or approaching stations.

This report describes the prototype of the automatic passenger information system and presents the results of bench tests.

18. Key Words	19. Distribution Statement
Metro, Station Announcement, Automatic Announcement, Handicapped Travelers.	Limited number of copies available from TDC.

20. Security Classification (of this report)	21. Security Classification (of this page)	22. No of Pages	23. Price
Nil	Nil	x,33	-

TDC CDT 79-005

Remerciements

L'auteur tient à remercier pour leurs conseils et leur aide le personnel du service de l'entretien des véhicules de la Société de la Communauté urbaine de Montréal.

SOMMAIRE

Pour améliorer les services offerts aux usagers du métro, le Centre de développement des transports (CDT) a parrainé un programme d'étude d'un système automatique d'annonce et d'affichage du nom des stations à bord des voitures de métro.

Le système d'annonce automatique aux voyageurs proposé doit permettre la transmission des informations relatives au nom des stations à partir des points fixes, tels les stations d'arrêt, vers des points de réception mobiles, tels les voitures de métro. Le type d'information tranmis à bord des voitures de métro sera de nature visuelle et auditive et offrira aux usagers ainsi qu'aux voyageurs occasionnels et aux handicapés un moyen de localisation rapide en tunnel.

Le présent rapport renferme les informations pertinentes à l'étude, la conception et la vérification en essais sur banc d'un système d'annonce prototype, lequel est constitué d'un module de communication par balises programmées et d'équipements électroniques périphériques groupant les contrôles, la synthèse de la voix ainsi que l'affichage du nom des stations.

Les résultats des essais sur banc d'une maquette vraie grandeur d'une voiture de métro ont permis de valider les principes émis au cours de l'étude du système d'annonce aux voyageurs.

SUMMARY

In order to improve information service provided to Metro users, the Transportation Development Centre has sponsored a research program into an automatic system to announce and display the names of stations on board subway trains.

The proposed system would allow for the transmission of information of station names from fixed points (stations) to mobile reception points (subway cars). Information would be tranmitted both visually and aurally and would enable passengers to quickly pinpoint their location between stations.

This report describes the analysis, design and bench tests of a prototype passenger information system.

The system comprises a communications module using programmable beacons and peripheral electronic equipment grouping the controls, voice synthesis and display of station names.

Test results on a full-scale model of a subway car have validated the principles on which the study of the annunciator system was based.

TABLE DES MATIERES

1.	INTRODUCTION	1
2.	GÉNÉRALITÉS	3
3.	DESCRIPTION DU SYSTÈME D'ANNONCE	4
3.1	Nature des informations à diffuser	4
3.2	Définition du système d'annonce	5
3.3	Réalisation du système d'annonce	5
3.3.1	Equipements de communication, version d'origine	5
3.3.2	Equipement de communication, version finale	7
3.3.3	Module de la voix, version d'origine	8
3.3.4	Module de la voix, version finale	9
3.3.5	Module d'affichage, version d'origine	9
3.3.6	Module d'affichage, version finale	10
3.3.7	Unité de contrôle, généralités	10
3.3.8	Unité de contrôle, version d'origine	11
3.3.9	Unité de contrôle, version finale	12
4.	RÉSULTATS DES ESSAIS	13
4.1	Essais de banc: module de la voix	13
4.2	Essais de banc: module d'affichage	13
4.3	Essais de l'ensemble du système d'annonce	14
5.	FAISABILITÉ DU SYSTÈME D'ANNONCE	16
5.1	Système d'interphone, première génération, Montréal	17
5.2	Système d'interphone, seconde génération, Montréal	20
5.3	Système d'interphone, fabrication canadienne, Mexico	23
5.4	Système d'interphone, trains de génération future	26
6.	COMPARAISON AVEC D'AUTRES SYSTÈMES D'ANNONCE EXISTANTS	29
7.	CONCLUSION	31
RÉFÉRENCES		33

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Schéma de principe du système d'interphone de première génération à Montréal	18
Figure 2	Implantation du système d'annonce automatique aux voyageurs dans le système d'interphone de première génération à Montréal	19
Figure 3	Schéma de principe du système d'interphone de seconde génération à Montréal	21
Figure 4	Implantation du système d'annonce automatique aux voyageurs dans le système d'interphone de seconde génération à Montréal	22
Figure 5	Schéma de principe du système d'interphone de Mexico. Equipements localisés dans les motrices avec loge de conduite	24
Figure 6	Schéma de principe du système d'interphone de Mexico. Equipements localisés dans les motrices sans loge de conduite et dans les remorques	25
Figure 7	Implantation du système d'annonce automatique aux voyageurs dans le système d'interphone de Mexico. Equipements localisés dans les motrices avec loge de conduite	27
Figure 8	Implantation du système d'annonce automatique aux voyageurs dans le système d'interphone de Mexico. Equipements localisés dans la remorque centrale d'un train	28

1. INTRODUCTION

Dans le but d'améliorer les services offerts aux usagers du métro, il est proposé de développer un système automatique d'annonce et d'affichage du nom des stations à bord des voitures de métro.

Les informations sonores et visuelles issues du système d'annonce deviennent, pour l'usager quotidien, un moyen rapide de localisation en tunnel et, de ce fait, favorisent des temps d'arrêt en station de courtes durées. Ces mêmes informations offrent aux usagers handicapés auditifs et visuels un service complémentaire mieux adapté à leurs conditions particulières. En libérant les opérateurs des trains des contraintes additionnelles d'annonces continuelles, tous ces avantages favorisent une quantité accrue du service de transport en commun du métro.

Pour répondre aux besoins susmentionnés, la réalisation d'un système d'annonce automatique aux voyageurs doit être conforme aux exigences suivantes:

a) à bord des voitures de métro, la diffusion audio-visuelle des informations relatives au nom des stations doit débuter en interstation, en amont de chacune des stations concernées,

b) la diffusion dans toutes les voitures d'un train des messages audibles doit être réalisée par le système d'interphone du train et la fin de ces messages doit coïncider avec l'arrivée du train à la station concernée,

c) la diffusion des informations visuelles à bord des voitures de métro doit être réalisée par des modules d'affichage localisés dans chacune des voitures et la fin des informations visuelles doit coïncider avec le départ du train du quai de la station d'arrêt,

d) le contenu des messages audibles doit faire état des conditions d'exploitation des trains en service avec voyageurs à savoir, un service normal, un service de ligne courte ou un service provisoirement interrompu. De plus, les informations pertinentes aux stations de correspondance ainsi qu'aux stations de terminus doivent transparaître dans le contenu des messages diffusés.

Le présent rapport renferme les informations pertinentes à l'étude et à la réalisation d'un système d'annonce prototype et de ses équipements périphériques basés sur les hypothèses de travail précédemment énoncées. Des essais en laboratoire des équipements périphériques du système ont permis de cerner certains problèmes de conception et de

fixer de façon définitive le choix du mode de communication entre les stations et les trains. Des essais complémentaires du système complet dans une maquette vraie grandeur d'une voiture de métro ont confirmé la justesse des lignes directrices du projet.

Bien que l'application du système proposé soit intimement liée à un type particulier de matériel roulant, les voitures de métro de deuxième génération à Montréal, la réalisation du système tient compte des possibilités d'intégration de ce système d'annonce à d'autres types de matériels roulants. Une étude de faisabilité du système d'annonce prototype pour d'autres types de trains est présentée dans ce rapport.

2. GÉNÉRALITÉS

Le système d'annonce automatique aux voyageurs tel que désiré contient les sous-ensembles suivants: un module de communication entre le train et les stations, des modules d'affichage pour diffuser le nom des stations, un module de synthèse de la voix associé au système d'interphone du train pour diffuser les messages verbaux et un module de gestion et de contrôle pour s'assurer de la mise en marche de l'ensemble des constituantes du système.

Les fonctions premières de chacun des sous-ensembles du système sont définies à partir des lignes directrices du projet. De ces informations, des études techniques sont entreprises en vue de réaliser les sous-ensembles. À l'aide d'essais de banc, parfois assistés d'essais en ligne ou en atelier à bord d'un train, l'orientation définitive des études de conception prend forme.

Les résultats des études et des essais sur banc de chacun des sous-ensembles du système d'annonce font partie d'un chapitre subséquent à la description du système d'annonce automatique aux voyageurs.

3. DESCRIPTION DU SYSTÈME D'ANNONCE

3.1 Nature des informations à diffuser

En plus de diffuser le nom des stations dans les voitures de métro, il est prévu de diffuser les informations propres au type des stations ainsi qu'au type d'exploitation des trains en service avec voyageurs. Pour assurer la compréhension des divers messages, il est aussi prévu de diffuser le contenu des messages de façon auditive et visuelle.

L'ensemble des messages susceptibles d'être entendus forme les douze scénarios suivants:

a) liste des scénarios en vigueur pour un service d'exploitation normal:

- «Prochaine station: (nom d'une station).»
- «Prochaine station: (nom d'une station) correspondance avec la ligne numéro (un chiffre).»
- «Prochaine station: (nom d'une station) correspondance avec les lignes numéros (un chiffre) et (un chiffre).»
- «Prochaine station: (nom d'une station) correspondance avec les lignes numéros (un chiffre) et (un chiffre), terminus tout le monde descend.»
- «Prochaine station: (nom d'une station) terminus tout le monde descend.»

b) liste des scénarios en vigueur pour un service d'exploitation interrompu provisoirement:

- «Prochaine station: (nom d'une station) terminus service interrompu provisoirement en direction de la station (nom d'une station terminale).»
- «Prochaine station: (nom d'une station) correspondance avec la ligne numéro (un chiffre), terminus service interrompu provisoirement en direction de la station (nom d'une station terminale).»
- «Prochaine station: (nom d'une station) correspondance avec les lignes numéros (un chiffre) et (un chiffre), terminus service interrompu provisoirement en direction de la station (nom d'une station terminale).»

c) liste des scénarios en vigueur pour un service d'exploitation d'une ligne courte:

- «Prochaine station: (nom d'une station) attention, le prochain terminus est à la station (nom d'une station).»

- «Prochaine station: (nom d'une station) correspondance avec la ligne numéro (un chiffre), attention le prochain terminus est à la station (nom d'une station).»

- «Prochaine station: (nom d'une station) correspondance avec les lignes numéros (un chiffre) et (un chiffre), attention le prochain terminus est à la station (nom d'une station).»

- «Prochaine station: (nom d'une station) correspondance avec la ligne numéro (un chiffre), terminus tout le monde descend.»

Les messages susceptibles d'être visualisés n'auront qu'un seul contenu du genre:

- «Prochaine station: (nom d'une station).»

La diffusion de l'un de ces messages sera précédée par un timbre sonore d'avertissement pour attirer l'attention des passagers embarqués. Le message verbal sera entendu à travers le système d'interphone du train et le message visuel, diffusé par les modules d'affichage, apparaîtra tout d'abord sous une forme pulsée pour devenir fixe lorsque le train arrivera en station.

3.2 Définition du système d'annonce

La structure du système désiré est établie selon les principes fondamentaux suivants:

a) chacune des stations du réseau possède les informations nécessaires à la diffusion visuelle et auditive du nom de la station,

b) la connaissance à priori à bord des voitures de métro des noms des stations du réseau n'est pas un pré-requis pour réaliser la diffusion des messages.

Ces lignes directrices visent à minimiser les interventions possibles auprès du système lors d'addition de nouvelles stations à un réseau de métro existant.

3.3 Réalisation du système d'annonce

3.3.1 Equipement de communication, version d'origine

Lors du passage d'un train dans une interstation, des informations propres à la prochaine station d'arrêt sont émises par ondes radio au récepteur logé à bord du train.

Une étude a été entreprise pour déterminer les paramètres du système de communication en tenant compte de la durée finie du message, durée maximale de quinze secondes et de la vitesse des trains au voisinage des stations.

L'arrivée et le départ des trains sur chacune des voies d'une station sont des séquences asynchrones. Il est donc requis de prévoir deux postes émetteurs, un par voie, ayant des fréquences porteuses différentes. La mise en marche d'un poste émetteur sera assurée par un dispositif de détection de la présence d'un train en interstation sur la voie concernée.

L'objectif de l'étude est de s'assurer de la validité du concept suivant: pour une voie donnée, établir les dimensions des zones d'émission à chacune des stations et s'assurer qu'il est possible d'émettre, à la même fréquence, des messages de nature différente à deux stations consécutives sans créer d'interférence dans les messages reçus. S'il s'avère que ce concept est vérifié, la complexité du système de communication sera minime. Pour une voie donnée, seule l'étage de puissance de sortie des divers postes émetteurs pourrait différer d'une station à l'autre. La réception des messages nécessiterait un poste récepteur classique dont le choix de la fréquence de réception serait fixé par les circuits de contrôle du sens de la marche du train.

Après consultation auprès d'une firme spécialisée dans le domaine des communications pour des conditions similaires à celles du projet, il a été convenu de modifier la solution envisagée. Faire usage d'une seule fréquence de modulation par voie et pour toutes les stations distribuées le long de cette voie semble être une source potentielle de détections de faux messages. À l'heure de pointe, le nombre de trains sur une ligne de métro est maximum. Les surfaces métalliques des voitures des trains qui circulent au voisinage des stations rapprochées peuvent momentanément modifier la géométrie des zones d'émission et, de ce fait, permettre la diffusion intempestive de messages d'une zone à l'autre. Les récepteurs embarqués étant tous identiques, il est possible de capter ces messages erronés. Pour contrecarrer cette éventualité, il nous a été proposé d'utiliser des postes émetteurs à fréquences multiples. Le choix des fréquences serait une fonction de la proximité des stations et de la géométrie du tunnel.

Bien que cette dernière alternative semble mieux appropriée au projet, elle présente des inconvénients majeurs: les récepteurs embarqués doivent avoir la panoplie des fréquences disponibles pour l'émission des messages. L'addition de tels équipements nécessite la présence d'un module de contrôle plus sophistiqué dont la tâche supplémentaire est le décodage inconditionnel de la bonne fréquence d'émission, ce qui signifie une connaissance intégrale de la cartographie du réseau des stations.

Face à ces nouvelles exigences, la définition d'origine du projet a été révisée.

3.3.2 Equipements de communication, version finale

Pour minimiser les risques d'erreurs causés par la réception de messages intempestifs résultant des variations des zones d'émission en présence de plusieurs trains au voisinage de stations rapprochées, il est convenu d'orienter le projet comme suit:

a) la connaissance de tous les messages audibles et visuels sera présente dans les équipements embarqués des trains,

b) chaque station du réseau du métro sera identifiée par un code spécifique,

c) la relation entre le code d'une station et le type de messages audibles et visuels sera établie par les équipements embarqués des trains.

Le mode de communication le plus approprié pour réaliser ces fonctions est l'échange d'information entre les stations et les trains par des balises codées, fixées en interstation et en amont de chacune des stations du réseau. Les risques d'émission intempestive sont minimisés puisque le transfert d'information du sol au train se fait par une émission localisée d'une porteuse à faible puissance.

Plusieurs équipements qui réalisent ce mode de communication sont utilisés dans le domaine ferroviaire. Des recherches auprès de divers fournisseurs ont permis de choisir un équipement de communication par balises qui répond aux normes du projet; il s'agit du système Digitrac de la firme Glenayre Electronics. Ce système de communication possède les caractéristiques suivantes:

a) le système de communication permet le transfert de données numériques entre les trains en mouvement et des points fixes en tunnel. Le transfert des données a lieu aux endroits définis par l'emplacement physique des balises,

b) le système est composé de trois unités: les balises, un module d'interrogation et un module de contrôle,

c) au passage d'un train près d'une balise, le module d'interrogation émet une onde porteuse qui permet d'alimenter les circuits électroniques de la balise. Celle-ci, en retour, émet le message codé vers le train. À la réception de ce message, l'unité de contrôle procède à la vérification de la structure du message codé et libère le contenu du message selon un protocole de communication sérielle asynchrone,

d) le contenu du message d'une balise est un arrangement de quatre chiffres décimaux.

Dans le contexte du projet, le code identificateur dédié à chacune des stations est formé de quatre chiffres D1, D2, D3 et D4 établis selon le protocole suivant:

- numéro de la ligne	D1
- numéro de la voie	D2
voie 1	D2 impair
voie 2	D2 pair
- numéro d'une station	D3 et D4
- type d'exploitation	D2
service normal	D2 est 0 ou 1
service de correspondance	D2 est 2 ou 3
service provisoire	D2 est 4 ou 5
service de ligne courte	D2 est 6 ou 7
réserve	D2 est 8 ou 9

Puisque le service d'exploitation des trains avec voyageurs peut différer de station en station, il n'est pas possible de généraliser l'usage de balises pré-programmées pour toutes les stations du réseau. Des balises pré-programmées seront fixées en interstation près des stations où le service d'exploitation est un service normal. Des balises programmables seront utilisées aux stations où le service d'exploitation est multi-disciplinaire. Les codes emmagasinés par ces balises seront ajustés conformément au type d'exploitation en vigueur.

Les équipements de communication logés en station seront constitués uniquement de balises pré-programmées dans le cas d'un service d'exploitation normale et de balises programmables, de modules de programmation et de modules d'alimentation dans le cas d'un service d'exploitation variable. Les quantités requises de balises simples ou complexes dépendent du réseau de métro; ainsi, à Montréal, près de la moitié des stations existantes nécessite l'implantation de balises programmables.

3.3.3 Module de la voix, version d'origine

Suite à la détection de la présence d'un train en interstation, le message verbal emmagasiné sur une piste magnétique sans fin est lu et émis par ondes radio vers le train. Simultanément à la réception du message, le système d'interphone du train diffuse le contenu de ce message dans toutes les voitures.

Bien qu'emmagasiner les messages audibles sur des pistes magnétiques est un moyen simple et peu coûteux, l'usure rapide des pistes magnétiques ainsi que des pièces mécaniques des lecteurs de cassettes nécessite un entretien périodique des équipements afin d'assurer une fiabilité d'ensemble du système d'annonce. L'existence de moyens électroniques, tels les voix synthétisées, semble offrir des solutions compatibles aux exigences du projet.

Le principe d'acquisition ADPCM (adaptive differential pulse code modulation) des paramètres de la voix humaine a été retenu comme moyen de diffusion des messages en remplacement des pistes et lecteurs magnétiques. Ce principe d'acquisition de la voix permet de conserver toutes les caractéristiques de la voix de façon à créer une reproduction du message quasi équivalente au processus de diffusion par voie magnétique. L'acquisition du contenu d'un message par ce processus d'analyse requiert beaucoup d'espace mémoire: aux environs de 3 kilo-octets de données numériques par seconde d'analyse du message. La durée de la plupart des messages à émettre de chacune des stations est de l'ordre de 6 secondes. L'application de ce principe d'acquisition de la voix pour le projet est donc réaliste.

3.3.4 Module de la voix, version finale

L'émission du code identificateur du nom d'une station à partir d'une balise programmée implique que les équipements embarqués du système d'annonce possèdent la connaissance de tous les messages requis pour la diffusion du nom de cette station. Un module d'acquisition de la voix est donc implanté dans chacun des trains du réseau.

Pour minimiser l'espace mémoire requis pour conserver l'ensemble des messages verbaux, une étude d'un autre processus d'analyse de la voix humaine a été envisagée. Parmi les divers dispositifs électroniques de simulation de la voix humaine, c'est le processus d'analyse et d'acquisition de la voix selon la technique LPC (linear predictive coding) qui semble susciter le plus d'intérêt pour le projet. L'espace mémoire requis par ce processus de simulation est de l'ordre de 200 octets par seconde d'analyse de la voix. La bande passante équivalente du signal obtenu par ce processus est minimale soit de l'ordre de 2,4 kilo-hertz. L'intelligibilité d'un message simulé par ce processus, bien qu'étant inférieure au message obtenu par l'acquisition ADPCM, demeure un paramètre intéressant pour le projet.

3.3.5 Module d'affichage, version d'origine

La diffusion visuelle du nom de la prochaine station d'arrêt est assurée par un module d'affichage logé à chacune des extrémités des voitures d'une rame de métro. Le module mis au point pour cette application est constitué de diodes électro-luminescentes (LED). L'arrangement physique de ces diodes correspond à une matrice de 7 rangées sur 132 colonnes ce qui permet d'afficher le nom d'une station d'une longueur maximale de 22 caractères. La teinte des diodes est ambrée sur un fond noir et le message visuel peut être lu sans difficultés d'une extrémité à l'autre d'une voiture. Le boîtier du module d'affichage est construit de façon à mouler le galbe des voitures.

Au passage d'un train en interstation d'une prochaine station d'arrêt, le poste de réception RF du train reçoit les informations pertinentes du nom de cette station. De ces informations reçues, les caractères qui forment le nom de la station sont envoyés aux divers modules d'affichage du train. Ils sont d'abord validés puis groupés de façon à s'inscrire au centre géométrique du module d'affichage. Le message est pré-

senté aux passagers embarqués, premièrement, sous une forme pulsée pour attirer l'attention puis, fixe jusqu'à l'arrivée du train en station. Après un délai préalablement fixé, le message est inhibé.

3.3.6 Module d'affichage, version finale

La diffusion visuelle du nom d'une station d'arrêt satisfait les usagers du métro mais demeure incomplète pour les passagers qui empruntent occasionnellement ce mode de transport. L'élément manquant dans cette présentation est la relation du nom de la prochaine station d'arrêt avec les noms des stations avoisinantes. Pour remédier à cette situation, une étude d'un autre type de module d'affichage a été envisagée.

Dans la plupart des voitures des réseaux de métro existants, le passager embarqué peut vérifier son itinéraire en se référant à une carte du réseau de métro. Normalement ces cartes sont fixées aux murs latéraux des voitures de façon à être lue par tous les passagers. Pour assister davantage les passagers, un module d'affichage est annexé à chacune des cartes du réseau. Ainsi, le passager non coutumier peut établir plus facilement la relation entre le nom de la prochaine station d'arrêt et les noms des stations avoisinantes.

Contrairement au module d'affichage LED décrit précédemment, le module d'affichage retenu pour cette application est un équipement standard déjà existant. L'affichage d'un message est réalisé par effet fluorescent à l'aide d'un tube plat sous vide. La longueur maximale d'un message affiché est de 20 caractères et la diffusion de ce message est soutenue par un angle de plus ou moins 70 degrés. L'arrangement de quatre modules d'affichage de ce type dans une voiture offre une couverture superficielle de l'ordre de 80% de l'espace occupé par les voyageurs embarqués. Le scénario de la diffusion visuelle du nom de la prochaine station d'arrêt par ce nouveau type d'affichage est identique au scénario présenté à la version d'origine.

3.3.7 Unité de contrôle, généralités

L'unité de contrôle du système d'annonce fait partie des équipements embarqués dans les trains. La fonction principale de l'unité de contrôle est d'établir la gérance des signaux de commande nécessaires à la mise en marche du système d'interphone d'un train. La façon d'effectuer cette gérance pour divers types de systèmes d'interphone est explicitée dans le rapport.

La plupart des systèmes d'interphone des divers réseaux de métro existants offrent le choix d'un des modes de communication suivants:

a) du poste de commande et de contrôle centralisés (PCC) aux voyageurs d'un train donné; ce lien de communication est unidirectionnel,

b) de l'opérateur d'un train aux voyageurs embarqués dans ce train. Ce mode de communication est l'annonce aux voyageurs (AV); c'est un lien de communication unidirectionnel,

c) d'un voyageur d'une des voitures du train à l'opérateur de ce train. Ce mode de communication est identifié par l'abréviation PCV; ce lien de communication est bidirectionnel,

d) de l'opérateur d'un train à l'agent d'accompagnement situé en loge d'extrémité. Ce mode de communication est identifié par l'abréviation LL; ce lien de communication est bidirectionnel.

De par la définition du système d'annonce automatique aux voyageurs, les messages verbaux sont diffusés dans toutes les voitures d'un train par l'entremise des circuits du système d'interphone de ce train. La première tâche de l'unité de contrôle du système d'annonce est donc de choisir le mode de communication approprié à cette fin, soit l'annonce aux voyageurs (AV). Toutefois, pour ne pas perturber les conditions d'exploitation normales en service avec voyageurs, certaines séquences prioritaires doivent être observées lors du choix du mode AV. Les séquences à observer sont les suivantes:

a) en tout temps le mode de communication PCC a une priorité absolue vis-à-vis tous les autres modes,

b) le système d'annonce ne peut commander une communication «simulée» AV qu'à la condition que ce mode de communication ne soit pas déjà établi par l'opérateur du train,

c) le cas inverse de b) est aussi exigé.

3.3.8 Unité de contrôle, version d'origine

L'unité de contrôle du système d'annonce implanté dans les trains est essentiellement un aiguilleur séquentiel. Les principales tâches réalisées par cette unité, suite à la réception des informations émises d'une station, sont les suivantes:

a) les informations pertinentes à la diffusion visuelle du nom de la station sont décodées, validées puis envoyées à tous les modules d'affichage du train,

b) à la surveillance des séquences d'opération de l'interphone est ajoutée l'émission d'une commande de la fonction AV,

c) si cette commande est autorisée, une liaison électrique est établie entre le poste récepteur RF et les circuits de diffusion de l'interphone. Un timbre sonore sera reçu et émis puis suivra la diffusion du message verbal,

d) parallèlement à cette dernière séquence d'opération, l'unité de contrôle met en marche une minuterie dont la durée excède la durée maximale du message verbal. La fonction AV est inhibée suite à l'action de la minuterie,

e) l'unité de contrôle remet à zéro la minuterie et attend la prochaine séquence de réception d'un nouveau message.

3.3.9 Unité de contrôle, version finale

Le rôle de l'unité de contrôle du système d'annonce dans sa version finale diffère de celui de la version d'origine. Le code d'identification du nom d'une station est émis à partir d'une balise. Ce code est reçu et vérifié par l'équipement de communication embarqué. Il est transmis à l'unité de contrôle pour fin d'interprétation. L'unité de contrôle doit réaliser les fonctions suivantes:

a) du code d'identification reçu, trouver le nom correspondant de la station d'arrêt,

b) établir une corrélation entre le contenu du code reçu et le contenu du code qui devait être reçu selon les prédictions établies suite à l'analyse du cheminement du train sur la ligne concernée. Si la corrélation est négative, la séquence d'opération de l'unité de contrôle est neutralisée,

c) émettre, vers les modules d'affichages, les caractères nécessaires à l'écriture du nom de la station,

d) à la surveillance des séquences d'opération de l'interphone, procéder à l'émission d'une commande de la fonction AV,

e) trouver le type de scénario et de message verbal correspondant au service d'exploitation en vigueur à la station concernée et émettre ces données au module d'acquisition de la voix,

f) procéder à l'émission du timbre sonore et du message verbal approprié,

g) à la fin du message verbal, procéder à l'inhibition de la commande de la fonction AV,

h) déterminer, par analyse des paramètres connus, le contenu du prochain code d'identification,

i) attendre la confirmation de la réception du prochaine code associée à la prochaine station d'arrêt.

4. RÉSULTATS DES ESSAIS

Une version prototype du système d'annonce automatique aux voyageurs a été mise au point et adaptée au matériel roulant de seconde génération du métro de Montréal. Des essais sur banc de certains sous-ensembles du système suivis d'essais d'ensemble ont permis de vérifier la justesse des hypothèses de définition du projet.

4.1 Essais sur banc: module de la voix

D'un message type enregistré sur piste magnétique, deux échantillons d'une voix électronique ont été fabriqués par des firmes spécialisées. Il s'agit de l'acquisition du contenu du message selon le principe ADPCM mis au point par la firme Mytec et de l'analyse du même message selon les principe de synthèse LPC réalisée par la firme Texas Instruments.

Des essais en laboratoire ont permis de comparer la différence entre ces deux systèmes de voix électronique. La diffusion du message fut réalisée par un amplificateur de bande passante 10 kilo-hertz auquel 3 haut-parleurs de 200 mm de diamètre ont été montés dans un arrangement similaire à celui d'une voiture de métro. Ces essais ont pour but d'apprécier, de façon qualitative, la netteté et le degré d'intelligibilité du contenu du message diffusé à partir de l'échantillon proprement dit puis à partir des deux voix électroniques. Bien que les résultats favorisent le message d'origine au détriment des voix électroniques, le degré d'intelligibilité de ces dernières est nettement acceptable pour poursuivre des essais plus complets.

La bande passante du système d'interphone des trains de Montréal est similaire à celle d'un équipement téléphonique classique. Pour apprécier les paramètres susmentionnés de la diffusion du message en milieu bruyant, des essais de comparaison de deux systèmes de voix électronique ont été réalisés dans une voiture de métro en service sans voyageurs. Ces conditions d'essais favorisent un rapport signal-bruit minimal. Les résultats des essais montrent que la diffusion du message par le système d'acquisition ADPCM, bien qu'étant affectée par la bande passante du système d'interphone du train, est supérieure à la diffusion réalisée par le système de synthèse LPC. L'intelligibilité du contenu du message diffusé est le facteur dominant des résultats des essais.

4.2 Essais sur banc: module d'affichage

Tel qu'envisagé dans la version finale du système d'annonce, des recherches auprès de divers manufacturiers ont permis de trouver un module d'affichage qui serait fixé au dessus de chacune des cartes de réseau des voitures de métro.

Le module d'affichage FLIP 3610-16-020 de la firme IEE a été retenu pour cette application. Le module est constitué d'une ligne de 20 caractères de 15 mm de hauteur et les dimensions hors-tout sont de 350 mm de longueur sur 60 mm de largeur et 40 mm de profondeur. Ce module utilise un tube fluorescent à vide pour diffuser les 20 caractères matriciels 5 sur 7. L'angle de visualisation par rapport à la normale du module est de plus ou moins 75 degrés.

Des circuits électroniques de commande ont été ajoutés au module d'affichage afin d'établir la compatibilité nécessaire à l'échange d'information entre le module d'affichage et l'unité de contrôle. L'ensemble des pièces électroniques ainsi que le module d'affichage ont été encapsulés dans un boîtier dessiné spécialement pour l'application en cours.

Des essais en laboratoire ont permis d'apprécier qualitativement la résolution des messages affichés en fonction de la position relative d'un observateur et du module. Les messages sont lus aisément selon un angle de vision compris à plus ou moins 60 degrés par rapport à l'axe normal du montage. Ces performances sont atteintes si un filtre gris-neutre à polarisation circulaire est fixé sur la face avant du tube. Les performances sont moindres, aux environs de plus ou moins 45 degrés, si un filtre gris-neutre sans polarisation est utilisé.

4.3 Essais de l'ensemble du système d'annonce

Des essais en tunnel et en service d'exploitation sans voyageurs du système d'annonce étaient prévus afin d'évaluer les performances des équipements embarqués conformément au devis du projet.

Les équipements de communication par balises n'étant pas disponibles dans des délais acceptables pour la durée du projet, il fut décidé, d'une part, de mettre au point un équipement de simulation d'émission et de réception du code identificateur d'une station et, d'autre part, d'effectuer des essais statiques de l'ensemble du système dans une maquette vraie grandeur d'une voiture de métro.

Le système d'annonce mis à l'essai est constitué de l'équipement de simulation du code identificateur du nom d'une station, d'un module d'affichage grand format à LED, d'un module d'affichage petit format fixé à une carte de réseau et d'un module de synthèse LPC de la voix dont un message type a été programmé en mémoire.

Les conditions d'essais sont les suivantes:

a) de concert avec le système d'interphone du train, vérifier les séquences prioritaires des divers modes de communication,

b) à un code d'identification donné, vérifier les séquences d'opération du système d'annonce ainsi que la diffusion visuelle du nom de la station correspondante et la diffusion auditive du message verbal approprié,

c) à un code d'identification du nom d'une station fictive, vérifier les séquences d'opération du système d'annonce et s'assurer qu'aucun message visuel ou auditif n'est diffusé.

Les essais ont été réalisés sans difficultés et les séquences prioritaires du fonctionnement du système d'interphone ont été respectées en tout temps.

5. FAISABILITÉ DU SYSTÈME D'ANNONCE

L'étude de faisabilité du système d'annonce tient compte des types de trains suivants: trains de première et de deuxième génération à Montréal, trains de conception canadienne à Mexico et trains de génération future.

De façon générale, les informations relatives au nom d'une station sont emmagasinées dans une mémoire d'une balise fixée sur la voie en amont de la station. Le contenu des informations retenues reflète le statut de la station (nom de la station, station de correspondance ou station terminale) ainsi que le type d'exploitation des trains qui circulent au voisinage de cette station (service normal, service provisoire ou service de ligne courte). Ces informations sont transmises au train, plus spécifiquement à l'unité de gestion et de contrôle du système d'annonce embarqué. Un module de communication fixé sous la caisse de chacune des remorques d'un train permet l'acquisition séquentielle des messages encodés en provenance des balises. Après validation et décodage, les informations spécifiques de chacun des messages sont utilisées par l'unité de gestion pour structurer les messages audibles.

Ces messages sont émis par un module de synthèse de la voix humaine dans les haut-parleurs du système d'interphone du train. Ces mêmes informations sont aussi diffusées visuellement aux passagers par des modules d'affichage distribués dans chacune des voitures du train.

L'arrangement minimal des constituantes du système d'annonce dépend du type de matériel roulant utilisé. Par exemple, un train de neuf voitures indissociables nécessite un module de communication, un module de gestion et de contrôle, un module d'acquisition de la voix et un certain nombre de modules d'affichage. Par contre, un train de neuf voitures dont l'arrangement des voitures correspond à un ensemble de trois éléments distincts nécessitera autant de modules de communication, de gestion et de contrôle d'acquisition de la voix qu'il y a d'éléments dans ce train. Ce scénario en est ainsi puisqu'un élément formé de trois voitures est considéré comme une formation pouvant circuler seule en service avec voyageurs.

Le système d'annonce automatique aux voyageurs est dessiné de façon à faciliter son adaptation à divers types de matériels roulants. La versatilité du système réside premièrement dans l'interaction du module de gestion du message verbal avec un système d'interphone existant et, deuxièmement, dans le choix de divers modules d'affichage adoptés au gabarit des voitures de métro (affichages grand format fixés aux extrémités d'une voiture, affichages petits formats uniformément distribués dans une voiture, etc.).

L'addition d'un nouveau mode de communication unidirectionnel établi par le système d'annonce aux modes de communication réalisés par la majorité des systèmes d'interphone existants des divers matériels

roulants a pour effet de duplicater le mode de communication classique d'annonce aux voyageurs. La priorité d'un type de messages sur l'autre est établie selon le protocole choisi par l'exploitant. Toutefois, une priorité absolue est accordée au mode de communication «PCC-voyageurs» vis-à-vis tous les autres modes choisis.

5.1 Système d'interphone, première génération, Montréal

Le système d'interphone du métro de première génération à Montréal possède les modes de communication suivants: loge à loge et annonce aux voyageurs.

Le schéma de principe du système est illustré à la figure 1. Le système est composé d'un module de contrôle, le bloc GI, fixé dans la loge de conduite de chacune des motrices d'un élément et d'un module d'amplification et de distribution, le bloc ALP, situé dans chacune des voitures de l'élément. Le choix d'un mode de communication se fait par l'action de boutons poussoirs. Le bouton LL engage le mode loge à loge et le bouton AV engage le mode annonce aux voyageurs.

L'insertion du système d'annonce automatique aux voyageurs dans le système d'interphone de première génération nécessite les modifications suivantes: l'addition d'un module d'interface à chacun des blocs GI des motrices et la récupération de deux lignes de train, les lignes 81 et 82, pour permettre la diffusion des signaux de commande aux unités périphériques du système d'annonce automatique. Les lignes de train récupérées ne servent pas actuellement. Les modules de communication, de gestion et de contrôle ainsi que l'acquisition de la voix du système d'annonce automatique sont implantés dans la remorque de chaque élément d'un train. Les modules d'affichage sont distribués dans chacune des voitures du train. Le schéma d'implantation du système d'annonce est illustré à la figure 2.

Avant de diffuser le nom de la prochaine station d'arrêt, dans toutes les voitures, l'unité de gestion du système d'annonce tente d'établir la priorité du mode de communication d'annonce aux voyageurs. Le système d'annonce aura une priorité face au système d'interphone pour le mode de communication d'annonce aux voyageurs à l'unique condition que ce mode soit disponible au moment de la demande. Si tel est le cas, cette priorité est conservée jusqu'à la fin du message verbal diffusé par le système d'annonce.

Pour diffuser le nom de la prochaine station d'arrêt dans chacune des voitures d'un train, l'unité de gestion envoie une commande aux modules d'interface par l'entremise des lignes de communication 81 et 82. Ces modules neutralisent les modules GI et mettent en marche les modules amplificateurs ALP en activant la ligne d'alimentation 79 des modules ALP. La seconde étape réalisée par l'unité gestion est de permettre la diffusion du message verbal venant du module d'acquisition de la voix. Le signal audio est émis sur les lignes de communication 84-85 et ce signal est ensuite amplifié et distribué dans les haut-parleurs des voitures par chacun des modules ALP.

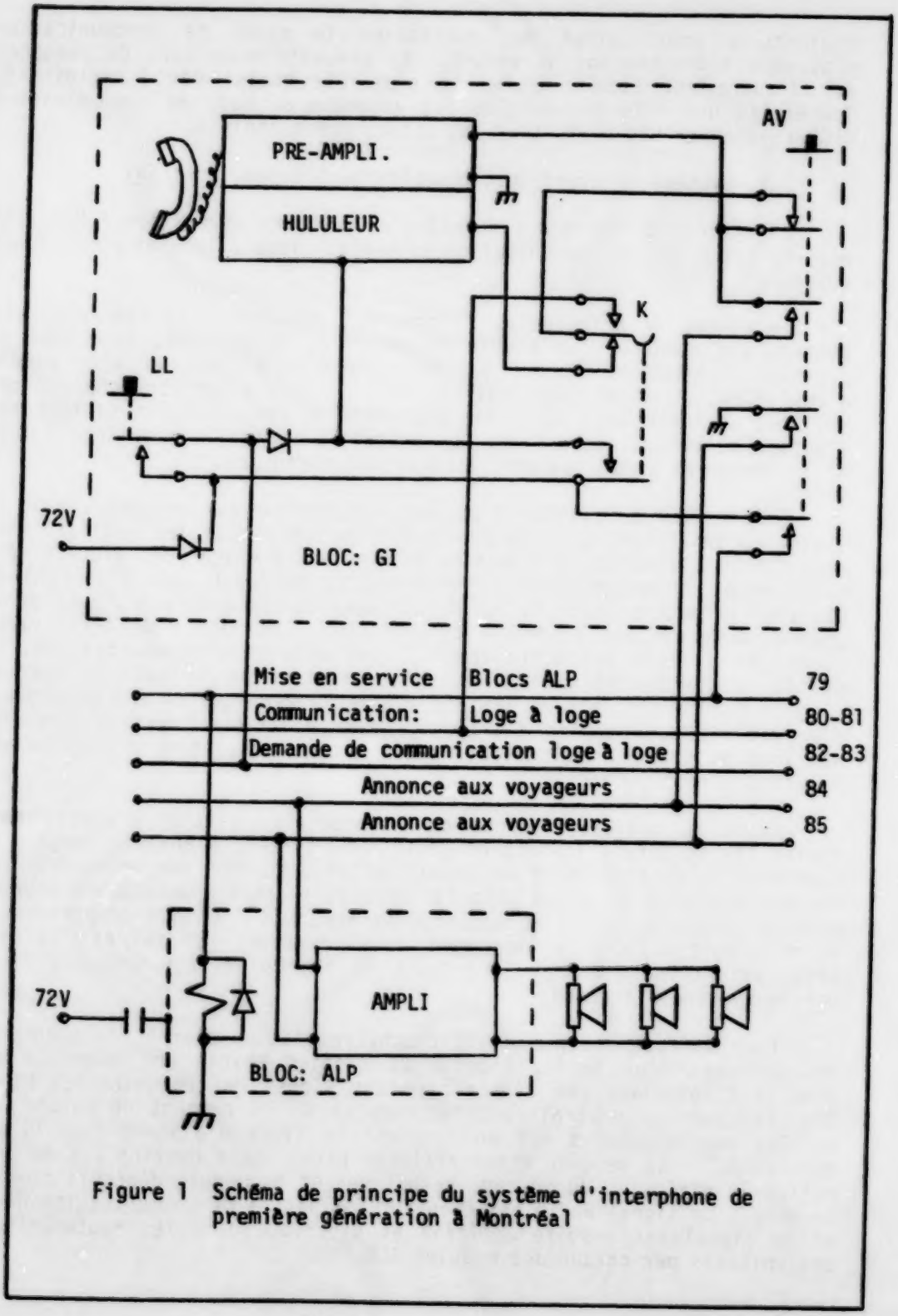


Figure 1 Schéma de principe du système d'interphone de première génération à Montréal

Figure 2 Implantation du système d'annonce automatique aux voyageurs dans le système d'interphone de première génération à Montréal

La diffusion visuelle du nom de la prochaine station d'arrêt est réalisée à partir de l'unité de gestion du système d'annonce. Les signaux de commande des modules d'affichage sont émis de l'unité de gestion vers les modules d'affichage sur les lignes de communication 81 et 82. Ainsi, l'affichage du nom de la prochaine station d'arrêt est réalisé peu importe si la priorité d'émettre le message verbal est acquise par le système d'annonce.

5.2 Système d'interphone, seconde génération, Montréal

Le système d'interphone du métro de seconde génération à Montréal offre le choix des modes de communication suivants: poste de commande centralisée (PCC) à voyageurs, loge à loge, annonce aux voyageurs et voyageurs à opérateur du train.

Le schéma de principe du système est illustré à la figure 3. Le système d'interphone est composé d'un module de contrôle, le bloc GIN, fixé dans la loge de conduite de chacune des motrices d'un élément, d'un module d'amplification et de distribution, le bloc AMP, situé dans chacune des voitures d'un élément et d'un module de communication d'urgence, le bloc PCV, aussi situé dans chacune des voitures d'un élément. Contrairement au système d'interphone de première génération, le système d'interphone de seconde génération est entièrement à commande numérique. Ce système requiert cinq lignes de trains dont une ligne, la ligne 82, est réservée pour véhiculer des signaux de commande numérique nécessaires à la mise en service de chacun des modules.

L'addition du système d'annonce automatique au système d'interphone de deuxième génération est très simple. Le module de communication sol-train, le module de gestion et de contrôle ainsi que le module d'acquisition de la voix sont logés dans chacune des remorques d'un train. Le module de gestion et de contrôle est relié aux équipements du système d'interphone par la ligne de commande numérique 82. Le module d'acquisition de la voix est relié aux modules AMP par les lignes de communication 80 et 83. Les modules d'affichage sont uniformément répartis dans chacune des voitures. Ils sont reliés au module de gestion par les lignes 80 et 83. Le schéma d'implantation du système d'annonce est illustré à la figure 4.

Le système d'annonce automatique simule une demande d'annonce aux voyageurs en injectant sur la ligne 82 un message encodé. Cette demande est acceptée si le mode de communication d'annonce aux voyageurs est disponible et si le mode de communication du PCC aux voyageurs est hors service. Si les conditions mentionnées ne sont pas respectées, le système d'annonce automatique ne diffusera que le message d'aspect visuel du nom de la prochain station d'arrêt. Dans le cas contraire, le système d'annonce procédera à l'émission du message verbal suite à la mise en marche des modules d'affichage.

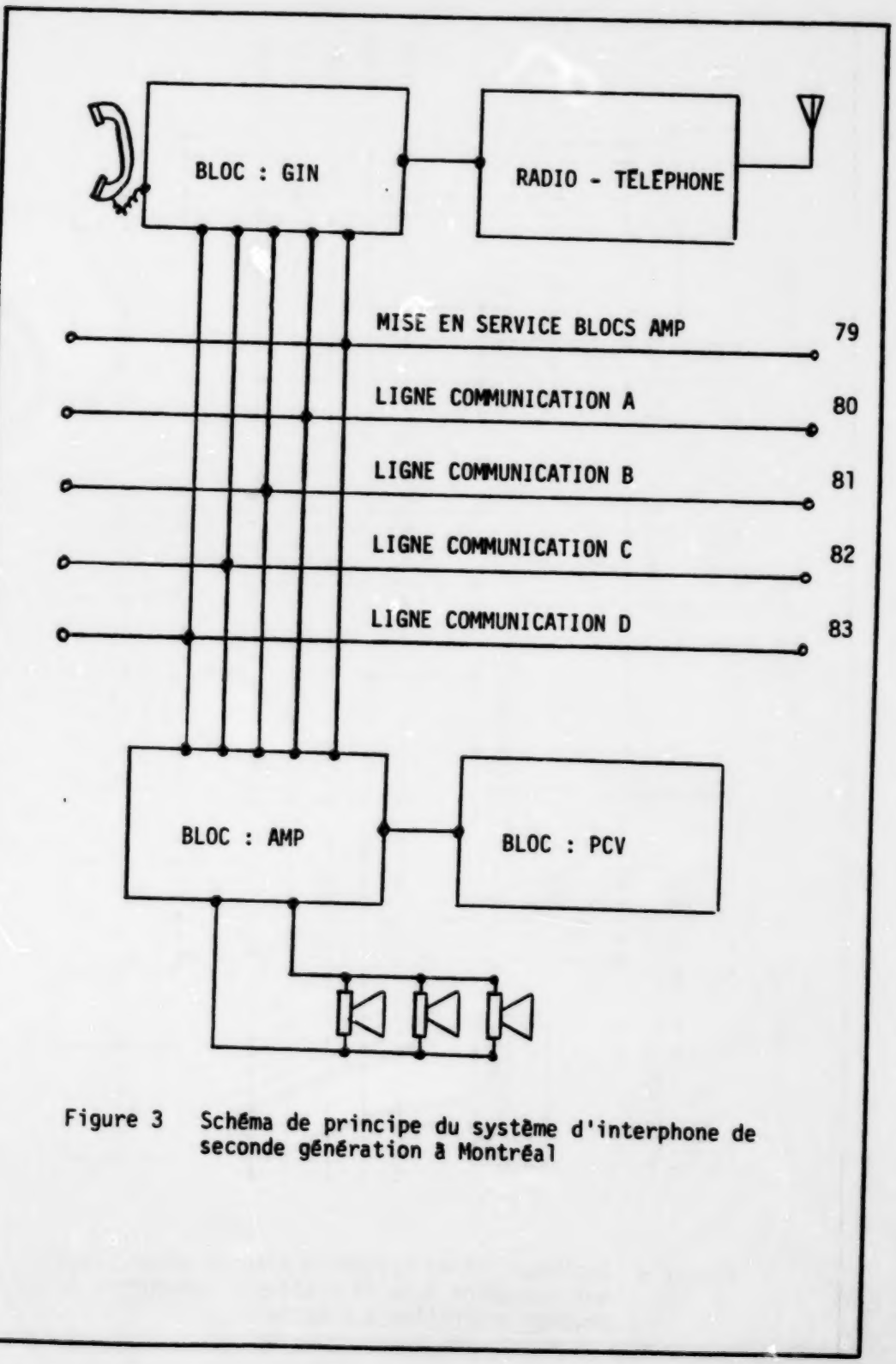


Figure 3 Schéma de principe du système d'interphone de seconde génération à Montréal

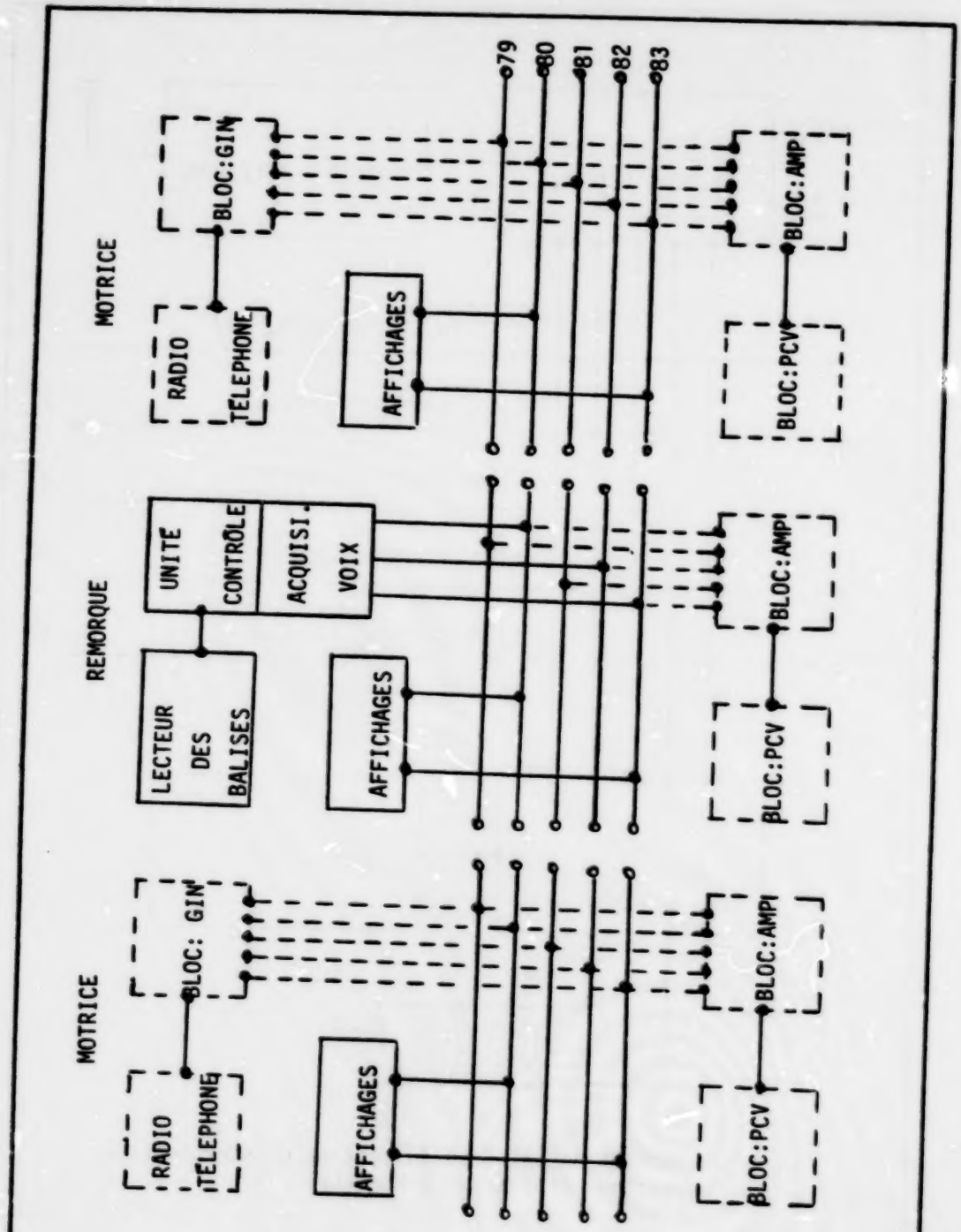


Figure 4 Implantation du système d'annonce automatique aux voyageurs dans le système d'interphone de seconde génération à Montréal

5.3 Système d'interphone, fabrication canadienne, Mexico

Le système d'interphone de Mexico est de conception similaire au système d'interphone de première génération à Montréal. Les modes de communication disponibles sont les suivants: poste de commande centralisée (PCC) à voyageurs, loge à loge et annonce aux voyageurs.

La formation minimale d'un train à Mexico est de neuf voitures. Les motrices avec loge de conduite sont aux extrémités du train et les quatre motrices sans loge ainsi que les trois remorques constituent le reste du train. Le système d'interphone est composé de deux modules d'amplification, les blocs AL et OL. Les blocs OL sont fixés dans les motrices avec loge de conduite et les blocs AL sont distribués dans les autres voitures. Les schémas de principe des blocs OL et AL qui constituent le système d'interphone sont illustrés aux figures 5 et 6.

Le système d'interphone requiert cinq lignes de train pour réaliser les divers modes de communication demandés. Deux lignes de train, les lignes 61 et 62, sont réservées pour le mode de communication loge à loge. Deux lignes de train sont réservées pour le mode de communication annonce aux voyageurs et une ligne de train, la ligne 90, est réservée à la mise en service des modules OL et AL. Ce système d'interphone diffère des systèmes d'interphone de Montréal du fait que le combiné du module de gérance est remplacé par deux microphones MIA1 et 2 et un haut-parleur HPI logés dans les loges de conduite. Un microphone est fixé au pupitre et l'autre est fixé au mur près des boutons de commande de fermeture et d'ouverture des portes des voitures du train. Un jeu de boutons de commande BAI1 et 2, boutons d'appel interphone, sert à établir une demande de communication loge à loge. Un second jeu de boutons BI1 et 2, boutons d'interphone, sert à réaliser la communication loge à loge. Un troisième jeu de boutons BA1 et 2, boutons d'annonce, sert à réaliser la communication annonce aux voyageurs. La communication PCC à voyageurs ainsi que la priorité de ce mode de communication sont contrôlées par le module BCS intercalé entre un module OL et un module radio-téléphone. La présence d'un signal de commande modulé en fréquence est validée par les circuits du module BCS et il s'en suit une mise en service automatique du mode de communication PCC à voyageurs.

L'implantation du système d'annonce automatique aux voyageurs dans les circuits du système d'interphone nécessite la mise au point d'un module d'interface qui sera fixé dans chacune des motrices avec loge de conduite entre le module de radio-téléphone et le module BCS. A ce nouveau module, il faut adjoindre un module d'acquisition de la voix qui est fixé dans une motrice avec loge seulement. Le module d'interface a un rôle similaire au module BCS c'est-à-dire qu'il neutralise le module de synthèse de la voix si une demande de communication PCC à voyageurs est validée. Le schéma d'implantation du système d'annonce automatique dans une motrice avec loge de conduite est illustré à la figure 7.

Puisque la rame de métro à Mexico est toujours composée de neuf voitures, le module de communication sol-train et l'unité de gestion et de contrôle du système d'annonce automatique seront localisés dans la

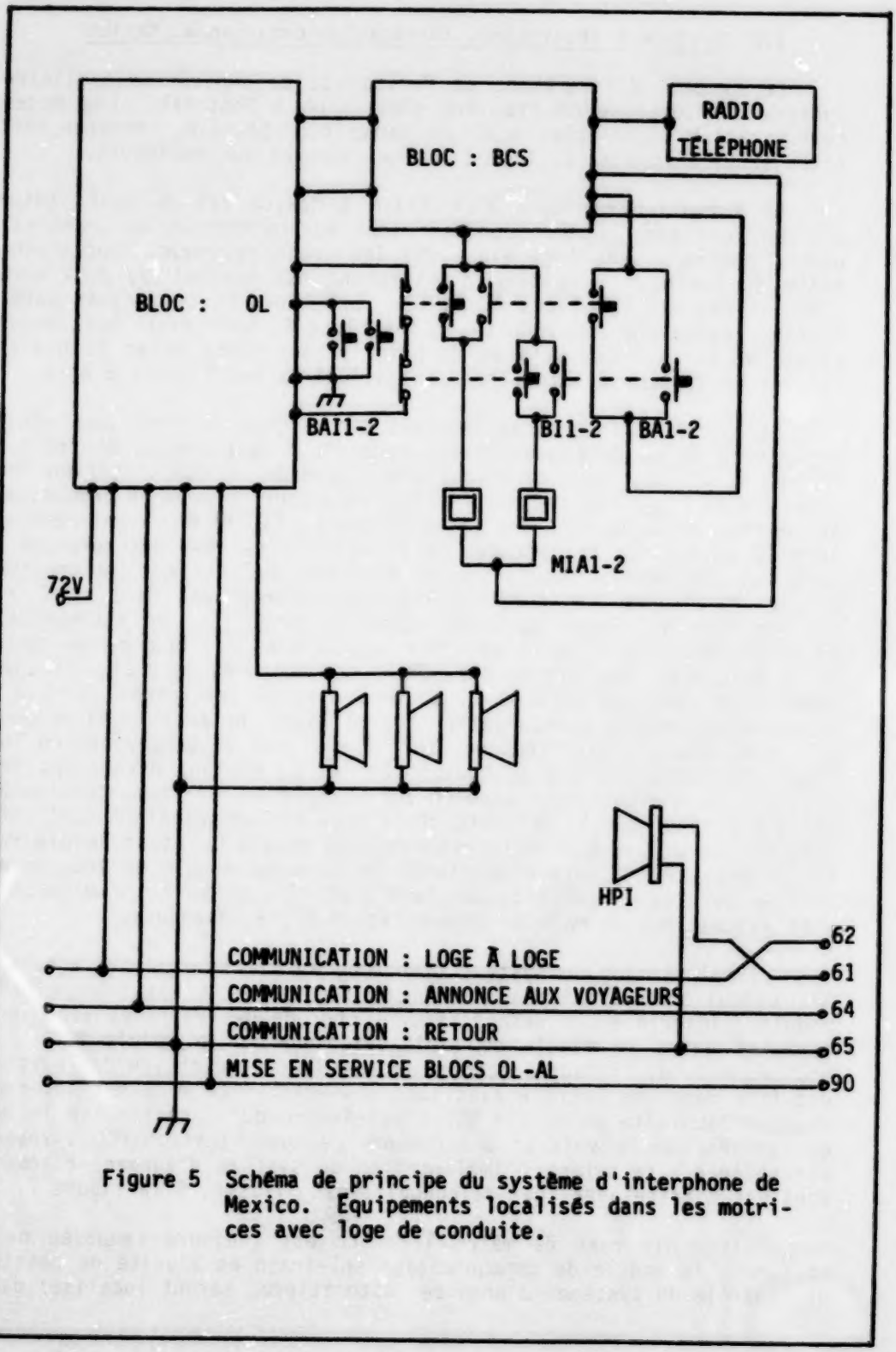


Figure 5 Schéma de principe du système d'interphone de Mexico. Équipements localisés dans les motrices avec loge de conduite.

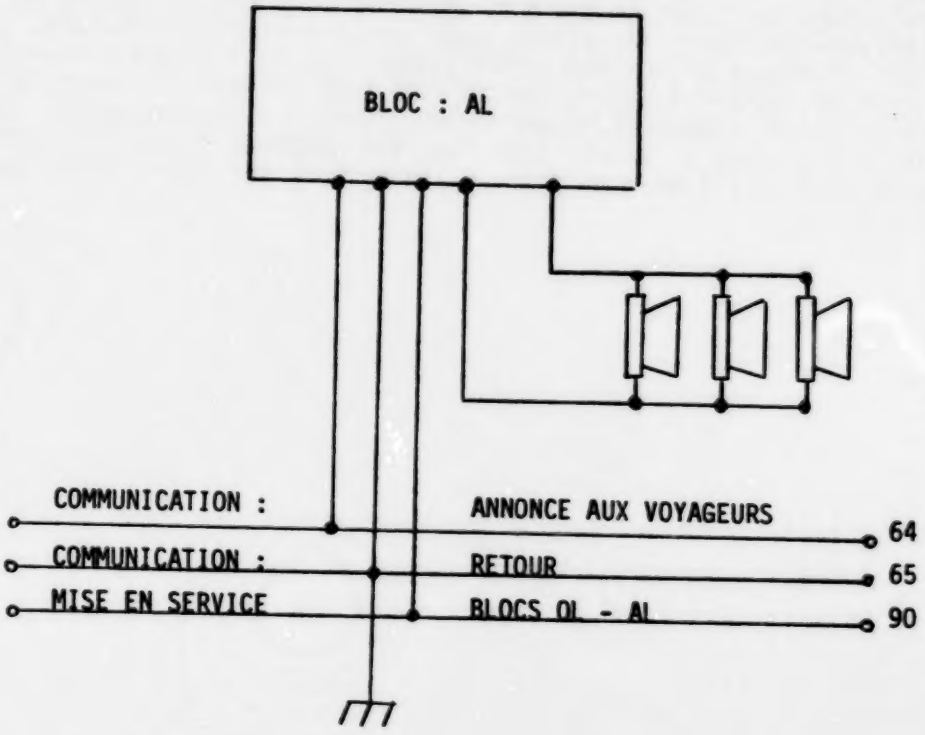


Figure 6 Schéma de principe du système d'interphone de Mexico. Equipements localisés dans les motrices sans loge de conduite et dans les remorques.

remorque centrale du train. Les modules d'affichage sont distribués uniformément dans chacune des voitures du train. Le schéma d'implantation du reste des équipements du système d'annonce dans la remorque centrale du train est illustré à la figure 8. L'unité de gestion communique avec toutes ses unités périphériques par les lignes de train 64 et 65 du système d'interphone.

5.4 Système d'interphone, trains de génération future

La génération future des systèmes d'interphone des rames de métro semble se dessiner vers une conception d'un système hybride (analogique et numérique) à commandes multiples et multiplexées de façon à minimiser le nombre de lignes de train nécessaires à la mise en marche des unités périphériques pour les divers modes de communication demandés. Le système d'annonce automatique aux voyageurs pourrait être entièrement intégré à un système d'interphone nouveau type puisque sa structure de commande est déjà réalisée d'une façon numérique et multiplexée. Les modules d'affichage de divers types ont été dessinés de façon à opérer sans problèmes en présence de signaux analogiques sur leurs lignes de communication.

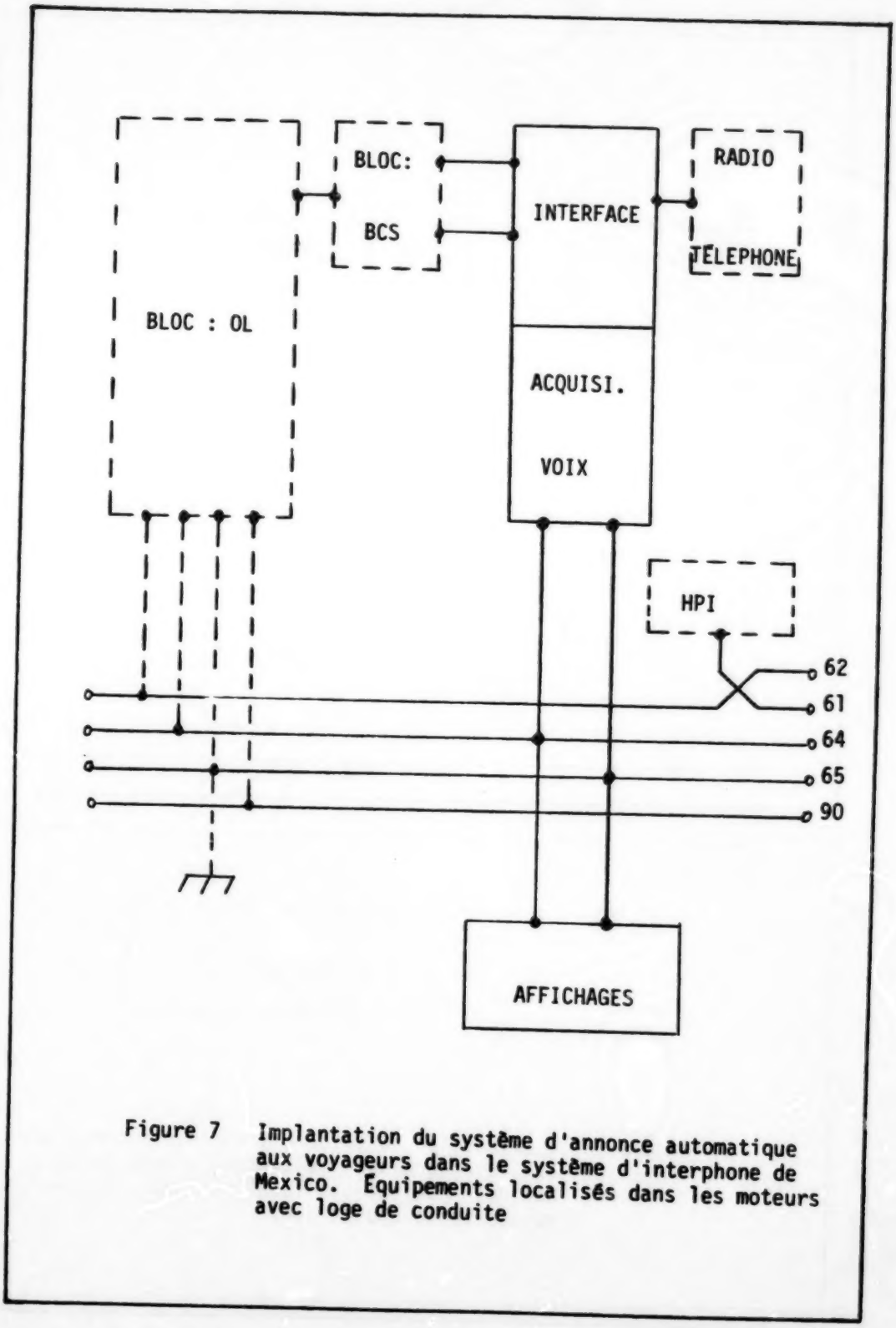


Figure 7 Implantation du système d'annonce automatique aux voyageurs dans le système d'interphone de Mexico. Equipements localisés dans les moteurs avec loge de conduite

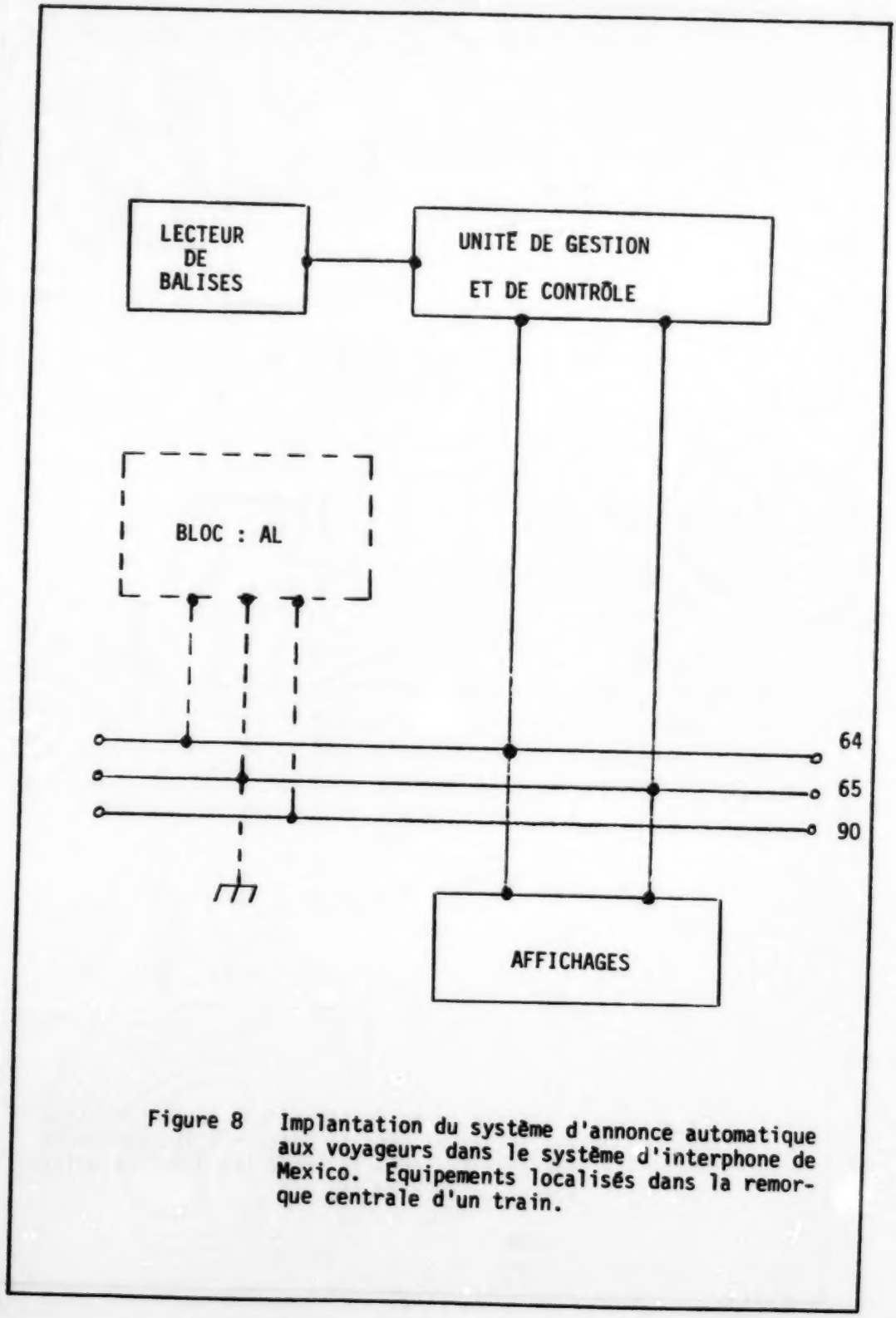


Figure 8 Implantation du système d'annonce automatique aux voyageurs dans le système d'interphone de Mexico. Équipements localisés dans la remorque centrale d'un train.

6. COMPARAISON AVEC D'AUTRES SYSTÈMES D'ANNONCE EXISTANTS

Parmi les divers systèmes d'annonce dont l'application vise à informer les usagers du métro, trois de ces systèmes présentent des caractéristiques similaires au système d'annonce automatique aux voyageurs. Il s'agit d'un système d'annonce prototype développé pour le métro de Toronto, d'un système d'annonce mis au point pour la ligne de métro Ginza au Japon et d'un système d'annonce conçu et fabriqué par la firme française Silec présentement en essai à Paris, sur une rame de métro et un train de banlieue RER. (1,2,3).

Des trois systèmes mentionnés, le système d'annonce de Toronto est celui qui s'apparente le plus au système d'annonce du projet. Il permet la diffusion auditive et visuelle du nom de la prochaine station d'arrêt dans deux voitures de métro. Un boîtier suspendu au centre de chaque voiture contient deux modules d'affichage à LED, un de chaque côté du boîtier, ainsi qu'un module de synthèse de la voix. La diffusion du message verbal dans les voitures est assurée par un système d'amplification et de distribution à haut-parleurs spécialement installés à cette fin. La liaison sol-train est assurée par un équipement de communication par balises programmées. Trois balises par station sont requises pour commander le scénario de diffusion audio-visuel du nom de la station. Une première balise, fixée au sol à 500 pieds en amont de la station, autorise la diffusion verbale du message et la diffusion visuelle pulsée du nom de la station. La seconde balise, fixée à l'entrée de la station, permet aux modules d'affichage d'inscrire le nom de la station au fixe et au module de la voix de confirmer le nom de la station d'arrêt. La troisième balise, fixée en sortie de la station, neutralise les modules de voix et d'affichage.

Les deux autres systèmes d'annonce n'ont de liens communs avec le système d'annonce du projet que la diffusion dans les voitures d'un message soit visuel ou soit auditif. Ces systèmes n'utilisent pas d'équipements de communication entre le sol et les trains. L'opérateur actionne un bouton de commande dès que le train quitte une station. Un dispositif embarqué permet d'évaluer la distance parcourue entre deux stations. Les résultats sont comparés aux longueurs des interstations déjà mémorisées dans les circuits du dispositif de contrôle. S'il y a confirmation, un module d'affichage, genre carte géographique d'une ligne de métro, pointe la prochaine station d'arrêt dans le cas du système japonais et un message verbal est diffusé dans les voitures du train dans le cas du système français.

La similitude du système d'annonce de Toronto au système d'annonce du projet réside dans la présence de modules d'affichage et de synthèse de la voix dans les voitures de métro ainsi que dans le type d'équipement de communication utilisé pour la liaison sol-train. Toutefois, des différences notables permettent de distinguer ces systèmes. Le système d'annonce du projet fait appel à des modules d'affichage à fluorescence de petite taille distribués sur les faces latérales des

voitures. Le module de synthèse de la voix est, contrairement au système de Toronto, intégré au système d'interphone existant du train. Le contenu des messages verbaux fait état, en plus du nom de la prochaine station d'arrêt, du service d'exploitation en vigueur à la station d'arrêt. Tous les signaux de commande et de contrôle des modules d'affichage et de synthèse de la voix sont émis à partir des lignes de communication existantes du système d'interphone. Les équipements de communication par balises programmées ne requièrent qu'une seule balise par station pour réaliser l'annonce des messages appropriés à cette station. Finalement, l'usage de balises à programmes variables permet d'adapter le contenu des messages verbaux au type d'exploitation des trains au voisinage des diverses stations d'arrêt.

7. CONCLUSION

Le projet de recherche présenté dans ce rapport a pour but de réaliser un système d'annonce automatique aux voyageurs dont l'implantation dans les voitures de métro permettra la diffusion audio-visuelle du nom des stations d'arrêt. Des modules d'affichage fixés dans chacune des voitures d'un train permettent aux passagers embarqués de visualiser le nom des diverses stations d'arrêt. Par l'entremise des amplificateurs et des haut-parleurs du système d'interphone du train, les messages verbaux issus d'un module de synthèse de la voix du système d'annonce sont entendus par tous les passagers du train.

Le système d'annonce automatique aux voyageurs qui réalise les fonctions désirées est constitué des sous-ensembles suivants: un équipement de communication, des modules d'affichage, un module de synthèse de la voix et un module de contrôle et de gestion de l'ensemble des appareils. Les études associées à la conception et à la réalisation de chacun de ces sous-ensembles visaient, de prime abord, à respecter le principe suivant: l'addition de nouvelles stations au réseau de métro existant ne doit pas nécessiter une mise à jour systématique de tous les équipements de contrôle du système d'annonce embarqué. Le système d'annonce doit être conçu de façon à conserver en mémoire, dans les équipements logés en station, les informations pertinentes au nom de cette station.

Pour ce faire, il a été envisagé d'utiliser un mode de communication par liaison radio-fréquence entre le sol et les trains. Deux émetteurs à fréquence distincte sont requis par station. Les fréquences distinctes permettent de dissocier chacune des voies d'une ligne du réseau de métro. Au passage d'un train en interstation, un poste émetteur logé en station émet les caractères nécessaires pour afficher le nom de la station ainsi que le message verbal complet. Les récepteurs embarqués associés au système d'interphone du train permettent la diffusion in vivo de ce message.

Après consultation auprès d'une firme spécialisée, il a été convenu de modifier la solution envisagée. Faire usage d'une seule fréquence d'émission par voie et pour toutes les stations distribuées le long de cette voie semble être une source potentielle de détection de faux messages. Pour contrecarrer cette éventualité, il nous a été proposé d'utiliser des postes émetteurs à fréquences multiples. Le choix des fréquences serait une fonction de la proximité des stations et de la géométrie du tunnel. Cette alternative présente toutefois des inconvénients majeurs: les récepteurs embarqués doivent avoir la panoplie des fréquences d'émission. De plus, un module de contrôle plus sophistiqué doit être ajouté aux récepteurs afin de s'assurer du décodage inconditionnel de la bonne fréquence d'émission en fonction de la station concernée. Pour réaliser un tel système de communication, l'unité de contrôle des équipements embarqués du système d'annonce doit

posséder la connaissance intégrale de la cartographie des stations du réseau. Face à ces nouvelles exigences, la définition du projet a été révisée.

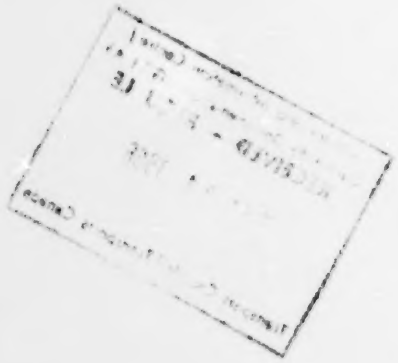
Le mode de communication le plus approprié pour réaliser, avec assurance et fiabilité, l'échange d'information entre les stations et les trains est l'émission d'un code identificateur d'une station à partir d'une balise fixée au sol en interstation et d'une unité de lecture de ce code fixée sous la caisse d'une des voitures d'un train. Les équipements requis pour réaliser ce type de communication n'étant pas disponibles dans les délais prévus par le projet, il fut décidé de réaliser un équipement de simulation de l'émission d'un code identificateur d'une station.

Des essais sur banc du système d'annonce associé à un système d'interphone d'un train ont été réalisés dans une maquette vraie grandeur d'une voiture de métro. Les résultats de ces essais ont permis de vérifier les diverses séquences du fonctionnement du système d'annonce et de s'assurer de la justesse de ces séquences vis-à-vis les divers modes d'opération du système d'interphone.

Des essais complémentaires en laboratoire et dans une voiture de métro en service d'exploitation sans voyageurs ont permis de fixer un choix définitif d'un module d'affichage et d'une voix électronique compatibles aux données du projet.

RÉFÉRENCES

1. Panyan J.A., «Subway train automatic stop announcement system». APTA 1983 Rapid Transit Conference, juin 1983, Pittsburgh, Pennsylvanie.

2. Satoda Kei, «Guide line prototype promise savings». Railway Gazette International, janvier 1984.

3. Firme française Silec, «Self-locating synthesiser». Railway Gazette International, juillet 1984.